

Rec'd T/PTO 04 APR 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. April 2004 (29.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/035487 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C02F 5/02,  
1/20, 1/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011076

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Oktober 2003 (07.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 47 686.1 12. Oktober 2002 (12.10.2002) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: KARIMNIA, Massoud [DE/DE]; Brekel-  
baums Park 5, 20537 Hamburg (DE).

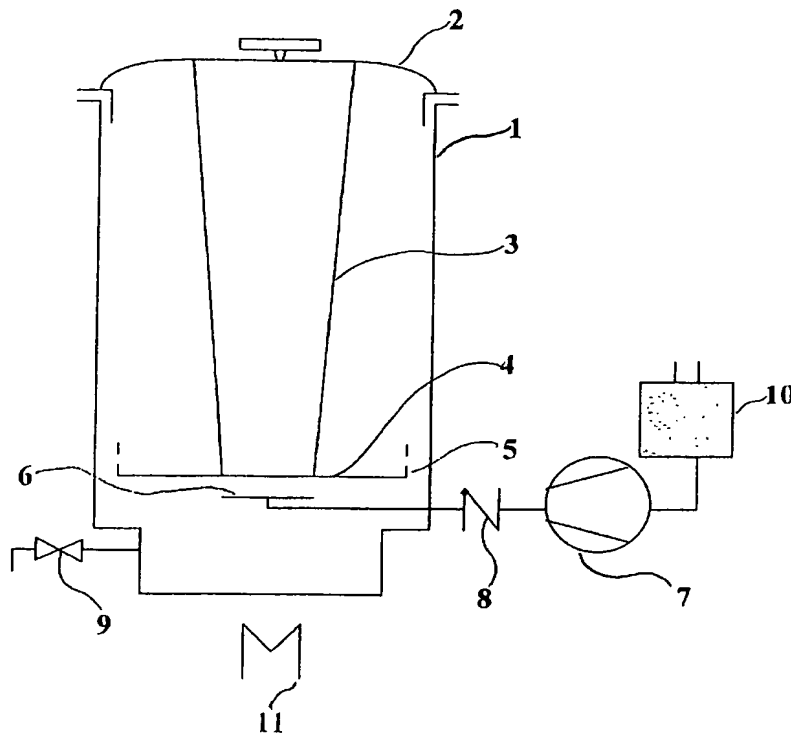
(74) Anwälte: V. RAFFAY, Vincenz usw.; Geffckenstrasse 6,  
20249 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND REACTOR FOR DECALCIFYING AND SIMULTANEOUSLY REMOVING HARMFUL  
SUBSTANCES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND REAKTOR ZUM ENTKALKEN UND GLEICHZEITIGEM ENTFERNEN VON  
SCHADSTOFFEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a reactor for decalcifying and simultaneously removing harmful substances and disinfecting and killing permanent forms of parasites. Apparatus-related efforts and energy consumption are relatively important in prior art while the obtained results are often insufficient. The invention overcomes said flaws by the fact that the water is directly or indirectly heated in the treatment chamber, one or several horizontal plates having a perforated edge are fixed at a distance from the bottom and the side wall of the reactor within the lower area thereof so as to deflect the flow of water and receive residues, a gassing device is provided outside the reactor, said gassing device comprising a conduit which extends centrally into the reactor, ends below the plate/s, and encompasses a gas distributor, and the outlet is disposed between the reactor bottom and the plate/s if the reactor is operated in a discontinuous manner while said outlet is disposed above the plate/s if the reactor is operated in a continuous manner.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Reaktor zum

Entkalken von Wasser und gleichzeitigem Entfernen von Schadstoffen, sowie Desinfektion und Abtötung von Dauerformen von Parasiten. Der Stand der Technik arbeitet mit relativ grossem apparativem und energiemässigem Aufwand, wobei die erzielten Ergebnisse häufig unzureichend sind. Die Erfindung schafft hier Abhilfe dadurch, dass das Wasser direkt oder indirekt im Behandlungsraum erwärmt wird, dass eine oder mehrere horizontal

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

verlaufende Platten mit perforierter Umrandung zur Umlenkung der Wasserströmung und Aufnahme von Rückständen im unteren Bereich des Reaktors beabstandet von seinem Boden und seiner Seitenwand befestigt sind, und dass eine Begasungsvorrichtung ausserhalb des Reaktors vorgesehen wird, die eine mittig in den Reaktor hinein führende Leitung mit Gasverteiler aufweist, welche unterhalb der Platte(n) endet, und dass bei diskontinuierlich betriebenen Reaktor der Auslauf zwischen dem Reaktorboden und der bzw. den Platte(n) angeordnet ist, während der Auslauf bei kontinuierlich betriebenen Reaktor oberhalb der Platte(n) liegt.

Verfahren und Reaktor zum Entkalken und gleichzeitigem  
Entfernen von Schadstoffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entkalken von Wasser und gleichzeitigem Entfernen von Schadstoffen, sowie Desinfektion und Abtötung von Bakterien und Dauerformen von Parasiten in einem Reaktor mit Zu- und Auslauf nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zur Entkalkung von Wasser sind Kalkhydratfällung, Impfgeräte zur Calciumcarbonatbildung und Ionenaustauscher verbreitet. Bei diesen Verfahren handelt es sich um chemische Aufbereitung. Es gibt auch Verfahren, die auf physikalischer Basis arbeiten. Darunter sind Entkalkung durch Veränderung der Kristallstruktur im Magnetfeld, z.B. die DE 43 36 388, Kavitation, Umkehrosmose, Membranfiltration. Es gibt ferner thermische Behandlungsverfahren, z.B. Patentanmeldung DE 197 27 357 A1, die eine Verhinderung der Kalkablagerung in Hausinstallationen zum Ziel hat, wird mit Hilfe von Wärmezufuhr im Bereich 50-90 °C in einer kontinuierlich arbeitenden Anlage eine Kalkbildung hervorgerufen, damit es in Hausinstallationen zu keiner weiteren Kalkbildung kommt.

Allen genannten Verfahren wird zumeist eine positive Beeinflussung der Kalkabscheidung oder Verhinderung der Kalkbildung in Installationen bescheinigt. Nachteilig hierbei ist jedoch, dass diese Verfahren eine gleichzeitige effektive Kalkreduktion und Schadstoffeliminierung in Wasser, sowie dessen Konditionierung nicht zum Ziel haben und somit für weitere Zwecke zur Behandlung von z.B. Trinkwasser, Grundwasser und Oberflächenwasser gar nicht oder nur bedingt in Frage kommen. Bei einigen Verfahren ist die angewandte Technik aufwendig und können meistens für größere Wassermengen praktikabel und rentabel sein.

Nachteilig beim thermischen Verfahren, Offenlegungs

schrift DE 197 27 357 A1, ist aber, dass es bezüglich der Reaktionsführung uneffektiv und energieintensiv ist. Ferner muss mit langen Verweilzeiten gearbeitet werden und Schadstoffe werden damit nicht bzw. unzureichend eliminiert. Außerdem sind die vorbekannte Vorrichtung und das Verfahren zur Aufbereitung von Trinkwasser in diskontinuierlich arbeitenden Anlagen und kleinem Maßstab (z.B. Haushalte) nicht geeignet.

Im Fall von Ionenaustauschern werden Calcium- und Magnesium-Ionen gegen andere Ionen ausgetauscht, die bei der Trinkwasseraufbereitung wegen ihrer gesundheitlichen Wirkungen in Frage gestellt sind, da sie durch Abgabe von Protonen an das Wasser den pH-Wert erniedrigen. Hinzu kommen die bakteriologischen Bedenken und die Tatsache, dass sie nach Erschöpfung mit Chemikalien regeneriert werden müssen und dadurch die Umwelt belasten. Nachteilig bei kleinen Geräten, die in Haushalten eingesetzt werden und mit Hilfe von Ionenaustauschern Wasser entkalken, ist außer der Reduzierung des pH-Wertes bis unter dem festgesetzten Grenzwert in der Trinkwasserverordnung und Schwankung der Leistung sowie Unzuverlässigkeit ihrer Effektivität während des Einsatzes, eine Feststellung der Erschöpfung nicht möglich. Bekanntlich werden Ionenaustauscher in Haushaltsgeräten in wechselbaren Kunststoff-Patronen untergebracht. Es wird berichtet, dass bei Trinkwasserbehandlungsgeräten, die aus Kunststoff bestehen, Weichmacher durch diese an das Wasser abgegeben werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, das eingangs genannte Verfahren derart zu verbessern, dass es die geschilderten Probleme vermeiden und ohne großen apparativen Aufwand und Wartung Wasser entkalken, gleichzeitig Schadstoffe aus dem Wasser elimi-

niert und die Desinfektion und Abtötung von Dauerformen von Parasiten bewirken. Ein weiteres Ziel ist es, das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht definiert und vorher bestimmbar so einzustellen, um eine Verkrustung (sog. Fouling) der Installationen zu unterdrücken. Auch sollten sich Kalkablagerungen sowohl bei kontinuierlich, als auch diskontinuierlich arbeitenden Reaktorvorrichtungen von den Wärmeübertragungsflächen lösen und nicht zu einer permanenten Verkrustung führen.

Erfindungsgemäß werden die Aufgabe und das Ziel in ablaufgemäßer Hinsicht durch das in Anspruch 1 gekennzeichnete Verfahren bzw. durch den Reaktor gemäß Anspruch 2 gelöst.

Die Strömung bei Erwärmung von Wasser ist mehr oder weniger laminar und findet mehr oder weniger im inneren Bereich des Wassers statt. Durch die eingesetzte/n Platte/n in den Reaktor mit Luft-Begasung wird erfindungsgemäß zum einen die laminare Strömung in eine turbulente und konvektive Strömung umgewandelt. Daneben wird diese Turbulenz möglichst in die Nähe der Phasengrenzfläche (Reaktorwand) geleitet, um so den Stoffaustausch dort zu vergrößern und die heterogene Kristallkeimbildung zu beschleunigen, da bei der heterogenen Keimbildung aufgrund der Oberflächenenergie der artfremden Phase die kritische Keimbildungsarbeit und somit auch der Keimradius sich verringert. Aus diesem Grund laufen die heterogene und sekundäre Keimbildung bei niedrigerer Übersättigung ab. Zum anderen bietet/n die Platte/n weitere Flächen zur bevorzugten heterogenen Kristallkeimbildung.

Bei der Kristallisation von Härtebildnern im Wasser handelt es sich um die Fällungskristallisation. Bekanntlich setzt die Kristallisation bei der Fällungskristallisati-

on erst bei höherer Übersättigung ein, und dabei spielt die heterogene eine größere Rolle als die homogene Keimbildung. Die Keimbildung und das Kristallwachstum werden darüber hinaus durch das geeignete Material und rauhe Stoffaustauschfläche zwischen der Reaktorwand und Wasser gefördert. Es wird berichtet, dass auch Gasblasen als fremde Partikel die heterogene Keimbildung unterstützen.

Einen positiven Effekt auf die Keimbildung bei Fällungskristallisation hat ebenfalls nicht nur die Makro-, sondern auch die Mikrovermischung der Reaktionspartner. Die Begasung und Herstellung einer intensiven Vermischungszone unterhalb der Platte(n) mit gleichzeitiger Desorption des Kohlendioxids bewirken, dass die Kristallisation insgesamt mit erheblich geringerer Übersättigung als sonst stattfindet. Eine Kristallisation bei geringerer Übersättigung bedeutet ferner, dass dadurch mehr Kalk und Kohlendioxid aus dem Wasser entfernt wird. Dieser Effekt hat ebenfalls zur Folge, dass der pH-Wert des Wassers mit Hilfe dieses Verfahrens höher ansteigt als bei der Entkalkung in herkömmlichen Reaktoren, was zu einer besseren Ausfällung von Schwermetallhydroxiden führt.

Calcium- und Magnesiumcarbonat sowie Calciumsulfat besitzen im Gegensatz zu weiteren Salzen die Eigenschaft, dass ihre Löslichkeit mit zunehmender Temperatur im Wasser abnimmt. Daraus folgt, dass die Übersättigung an wärmeren Kontaktflächen (Heizfläche und Reaktorwand) zur Keimbildung eher erreicht wird als im Wasser. Deshalb findet die Kristallisation dieser Salze in erster Linie auf diese Flächen. Die Umlenkung der Wasserströmung an die Nähe der Reaktorwand bewirkt eine Verkleinerung der laminaren Schicht in diesem Bereich und begünstigt den Stoff- und Energieaustausch. Aus diesem Grund gewinnt

insbesondere die Fläche der wärmeren Austauschfläche (Schlankheitsgrad des Reaktors) eine bedeutende Rolle bei der Fällungskristallisation der Härtebildner im Wasser. Ferner wird verständlich, dass erfindungsgemäß eine zusätzliche seitliche Erwärmung des Reaktors die Kristallisation weiter fördert. Diese lässt sich sowohl durch elektrische Ringheizkörper als auch durch einen doppelwandigen Reaktor, dessen Mantel mit Hilfe von Heißdampf oder Heißöl erwärmt wird, bewerkstelligen.

Die Erfindung macht sich ferner die Eigenschaft der Gase zunutze, dass einerseits bei steigender Temperatur ihre Löslichkeit im Wasser abnimmt und andererseits Gase mit Hilfe eines Strippgases mechanisch aus dem Wasser ausgetrieben werden können. Darüber hinaus führt eine Temperaturerhöhung gekoppelt mit Begasung zur effektiveren Ausgasung von leicht- und mittelflüchtigen Verbindungen, Kalkausscheidung, Ausfällung von bestimmten Salzen und Oxidation von oxidierbaren Stoffen. Luftsauerstoff ist bekanntlich ein Oxidationsmittel und wird oft zur Trinkwasserbehandlung eingesetzt.

Je nach Konsistenz des Wassers, pH-Wert, Konzentrationen von Härtebildnern und weiteren Parametern des Wassers und den gewünschten Zielen bei der Behandlung wird nicht nur das Wasser erhitzt und belüftet, sondern nötigenfalls entweder dessen Temperatur durch geringere Wärmezufuhr als vorher in diesem Temperaturbereich konstant gehalten und/oder die Luft-Begasung länger fortgesetzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt weiterhin die Möglichkeit einer besseren Wärmeübertragung, chemische Reaktionen bei erhöhten Temperaturen und pH-Erhöhung sowie konvektive Durchmischung durch Luft-Begasung und den Siedevorgang, falls das Wasser bis zum Sieden erhitzt

werden sollte.

Die Geschwindigkeit von Kristallkeimbildung, Kristallwachstum bei Fällungskristallisation und weiteren Reaktionen innerhalb des Behandlungsraumes hängen von verschiedenen Parametern ab. Darunter sind u.a. Übersättigung der ausfallenden Salze, artfremde Partikel im Wasser, Desorption des entstehenden Gases, das Material des Reaktors (Oberflächenenergie und Benetzbarkeit) und die Oberflächenstruktur (Rauhigkeit) der Stoffaustauschfläche und zuletzt die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers an der Phasengrenzfläche, die eine intensivere Flächenerneuerung an den Phasengrenzflächen ermöglicht.

Was das Reaktormaterial bezüglich der Fällungskristallisation anbelangt, wird die Keimbildungsarbeit an Flächen mit guter Benetzbarkeit durch Wasser reduziert. Der Grund ist, dass solch ein Material mit dem Wassertropfen einen kleinen Kontaktwinkel bildet. Die Keimbildung an diese Flächen bzw. der Kontaktwinkel zwischen Wasser und Materialoberfläche hängen allerdings auch in starkem Maß von der Rauhigkeit der Reaktor- und Platten-Oberfläche ab. Ist eine glatte Oberfläche relativ gut benetzbar, dann wird die Benetzbarkeit durch Afrauung weiter verbessert. Sehr wichtig bei Afrauung jedoch die mikroskopische und weniger die makroskopische Rauhigkeit.

Bei bekannten Behandlungsverfahren mit Hilfe von thermischer Energie werden die spezifischen Eigenschaften einzelnen chemischen und physikalischen Prozesse in Wasser insofern wenig beachtet, als dass es sich bei Kalkbildung um eine zeit- und energieabhängige Reaktion, verbunden mit Stoff- und Energieaustauschprozessen und Komplexeierungsreaktionen sowie Kristallisation handelt, deren Effektivität wie alle chemischen und physikali-

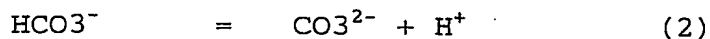
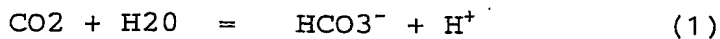


schen Reaktionen von einer Optimierung der Reaktionsführung abhängig ist.

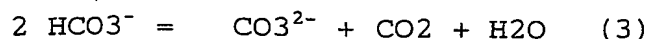
Im Fall von Reaktionen im Wasser in herkömmlichen Reaktoren kann eine effektive kombinierte Entkalkung und Schadstoffeliminierung ohne Zusatz von Chemikalien erst bei Siedetemperatur und sehr lange Verweilzeiten zustande kommen, da durch Turbulenzen, die durch entstehenden Dampfblasen erzeugt werden, nicht nur eine erhöhte Diffusionsgeschwindigkeit ermöglicht, sondern infolge einer verstärkten mechanischen Durchmischung auch ein noch besserer Stoffaustausch verursacht wird (Stoßtheorie).

Bekanntlich ist Kohlendioxid je nach pH-Wert des Wassers nicht nur physikalisch, sondern auch chemisch in Form von Kohlensäure im Wasser gelöst, weshalb läuft seine Austreibung aus dem Wasser nicht leicht ab. Diese kann aber durch eine mechanische Umwälzung (z.B. Begasung) beschleunigt werden.

Im Wasser findet bei Kalkbildung vereinfachend folgende Reaktionen statt:



Ferner läuft bei der Umwandlung von Hydrogencarbonat zum Carbonat folgende Reaktion ab:



Diese Gleichgewichtsreaktionen hängen entscheidend von der Temperatur, dem pH-Wert und der Konzentration des Kohlendioxids ab, in welcher Richtung sie sich verschieben. Bekanntlich kann man durch Entfernen der in einer Reaktion beteiligten Partner aus dem Reaktionsraum ein Gleichgewicht in die gewünschte Richtung verschieben. Eine Entstehung weniger Hydrogencarbonat und damit Ver-

schiebung des Gleichgewichtes nach links bei Reaktion (1) hängt von einer Entfernung von Kohlendioxid ab. Das gilt auch für Reaktion (2) bei Bildung von Carbonat und Verschiebung der Reaktion nach rechts.

Wenn man nun das gelöste und entstehende Kohlendioxid aus dem System entfernt, wird der pH-Wert des Wassers erhöht und dadurch wird zum einen weniger Hydrogencarbonat und auch weniger Carbonat gebildet. Aus diesem Grund wird dadurch im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren auch erheblich weniger Kalk und damit Verkrustung im Reaktor gebildet.

Da die Löslichkeit der Gase mit steigender Temperatur abnimmt, findet automatisch eine Teil-Strippung von  $\text{CO}_2$  aus dem Wasser durch Diffusion bis zur Gleichgewichtskonzentration bei jeweiliger Temperatur statt. Dieser Prozess ist aber langsam und stellt somit den geschwindigkeitsbestimmende Schritt bei Carbonatfällung dar.

Die Temperaturerhöhung, die Entfernung von  $\text{CO}_2$ , die Verweilzeit, die Kristallkeimbildung, das Kristallwachstum und die geometrische sowie hydrodynamischen Verhältnisse im Reaktor spielen also für eine effektive Kalkreduzierung und Schadstoffeliminierung alle eine Rolle. Die Reaktionen laufen deshalb durch einfache Temperaturerhöhung nicht von selbst schnell und optimal ab, sondern müssen durch andere Maßnahmen unterstützt werden.

Anders ausgedrückt, wenn Dampfbildung beim Sieden des Wassers u.a. auch eine mechanische Arbeit leistet und für Turbulenz sorgt, kann diese mechanische Energie z.B. mit Hilfe der Begasung bei kleineren Temperaturen dem System zugeführt und dadurch die Entkalkung mit geringerem Energieeinsatz sowie kürzerer Verweilzeit bewerkstelligt werden. In diesem Fall wird beobachtet, dass

das Wasser durch Belüftung und eingesetzte/n horizontale/n Platte/n auch bei niedrigeren Temperaturen (z.B. 80°C) gleiche Effekte bezüglich der Kalkbildung zeigt wie beim Sieden und die Umwandlung von Hydrogencarbonat zu Kohlendioxid und Carbonat bei weit geringerer Temperatur stattfindet als bislang angenommen wurde. Der Unterschied zwischen mechanischer und thermischer Energie besteht jedoch darin, dass die Erste erheblich weniger Energie verbraucht.

Bei Erwärmung von Wasser spielt Wärmeübertragung von Heizfläche auf Wasser eine Rolle. Durch die eingebrachte Platte/n mit gleichzeitiger Belüftung wird dieser Prozess durch intensive Durchmischung des Wassers erhöht und findet somit im Reaktor ein schneller Wärmeausgleich statt. Wegen erhöhter Turbulenz und Herstellung von Mikrovermischung insbesondere unterhalb der Platte/n geschieht der Wärmeausgleich hier besonders schnell.

Aus diesen Gründen ist es verständlich, dass im Gegensatz zum dargestellten Verfahren in Offenlegungsschrift DE 197 27 357 A1 die Herstellung eines neuen Kohlensäure-Gleichgewichtes bei einer bestimmten Temperatur durch eine Kombination von Temperaturerhöhung und Luft-Begasung energetisch erheblich günstiger und bei niedrigeren Temperatur abläuft. Außerdem wird mit Hilfe von hydrodynamischer Optimierung der Reaktionsführung (Einsatz von Platte/n) im Reaktor die notwendige Verweilzeit für Kristallisation, als weiterer geschwindigkeitsbestimmender Schritt verkürzt und das Volumen des Behandlungsraumes viel kleiner wird, so dass der Reaktor kompakter gestaltet werden kann.

Wie oben erläutert verursacht eine Entfernung von CO<sub>2</sub> aus dem Wasser eine Reduzierung der Kohlensäure-

Konzentration im Wasser und diese führt je nach Pufferkapazität des Wassers zu einer pH-Wert-Erhöhung bis weit über eine Einheit. Bekanntlich bilden einige Metalle und Schwermetalle (z.B. Eisen, Mangan, Kupfer, Nickel, Cadmium, Blei, Arsen und Radionuklide) schwerlösliche Carbonate und im basischen Bereich schwerlösliche Hydroxide im Wasser, die alle als schwerlösliche Verbindungen bekannt sind, und entsprechend ihren Löslichkeitsprodukten als Niederschlag ausfallen.

Auch kolloidal vorhandenen Trübstoffe im Wasser (z.B. Huminstoffe) werden durch Carbonate und komplexe Verbindungen teilweise adsorbiert und nach Beendigung des Prozesses sedimentiert. Daneben werden Gase, leicht- und mittelflüchtige Stoffe außer Kohlendioxid, wie z.B. Chlor, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und weitere organische Stoffe, die einen größeren Dampfdruck als Wasser besitzen, darunter leichtflüchtige organische Kohlenwasserstoffe (LHKW), Nebenprodukte der Chlorierung von Wasser usw., die als Kontamination im Wasser vorkommen, aus dem Wasser entfernt. Der Ablauf dieser Vorgänge wird genauso wie beim Kohlendioxid durch gleichzeitige Temperaturerhöhung und Strippung verursacht.

Bekanntlich werden manche anorganische wie organische Verbindungen in Anwesenheit vom Sauerstoff als Oxidationsmittel oxidiert und als schwerlösliche Salze aus dem Wasser entfernt, z.B. Eisen, Mangan. Eine Oxidation läuft bekanntlich bei höheren Temperaturen schneller ab (sog. Nassoxidation). Die Oxidationsreaktionen können ferner durch Einsatz von z.B. Ozon ermöglicht bzw. beschleunigt werden.

Eine weitere Funktion dieser Platte/n besteht darin, dass die Kalkablagerungen durch intensives Vermischen

und evtl. Sieden des Wassers keine senkrecht wachsende Kristalle, sondern Schichtkristalle bilden, die eine geringere Haftfestigkeit besitzen. Bei turbulenter Strömung treten bekanntlich verstärkt starke, lokal wirkende Überhöhungen der Flüssigkeitgeschwindigkeit in der Nähe der Oberflächen in Form verschiedenster Wirbelbildungen (sog. bursts) auf. Durch auftretende Spannungen werden von Zeit zu Zeit die Schichtkristalle als Plättchen abgelöst und ins Wasser abgegeben. Das ist unabhängig davon, ob der Reaktor durch direkte oder indirekte Beheizung erwärmt wird. Dadurch wird eine Verkalkung des Reaktors vermieden und Wärmedurchgang durch Verkalkung der Heizfläche nicht reduziert.

Bei Behandlung vom Trinkwasser in dem erfindungsgemäßen Reaktor wird wie vorhin erwähnt neben der Schadstoffeliminierung einen höheren pH-Wert erzielt. Zahlreiche Mediziner berichten, dass bestimmte Krankheiten durch grundsätzliche Versäuerung von Lebensmitteln und damit unserem Körper durch industrielle Produktion von Lebensmitteln verursacht werden und deshalb alkalische Lebensmittel zum Verzehr empfehlen. Es dürfte ferner einleuchten, dass Wasser nach der Behandlung eine deutliche Geschmacksverbesserung zeigt. Diese beiden Effekte können als Konditionierung des Wassers bezeichnet werden. In der Offenlegungsschrift DE 198 29 984 A1 wird berichtet, dass eine grundsätzliche Verbesserung des Geschmacks durch Mischung des Wassers mit Luft erreicht wird. Zuletzt wirkt eine Erwärmung des Wassers oberhalb von 70 °C als eine sichere Methode zur Entkeimung des Wassers und Abtötung der Legionellen im Wasser.

Bei der erfindungsgemäßen einfachsten Ausführung dieser Vorrichtung handelt es sich um eine diskontinuierlich betriebene Vorrichtung bzw. Reaktor, der mit Hilfe einer

externen Energiequelle von unten erwärmt und belüftet wird. In dem Behandlungsraum dieses Reaktors ist eine Platte mit einem Abstand vom Boden zur Lenkung der Strömung und Verstärkung von Turbulenz nicht an Reaktorwand befestigt, sondern am Deckel des Behandlungsraums. Die Platte ist horizontal und zentrisch so angeordnet, dass die o.a. Bedingungen optimiert sind. Die Platte besitzt eine gelochte Umrandung und hat deshalb zusätzlich die Funktion, die ausfallenden Rückstände auf der Platte aufzufangen und zurückzuhalten. Beim Ausgießen des Wassers bleiben die Rückstände auf die Platte(n) zurück und das Wasser auf die Platte(n) kann durch Löcher auslaufen, so dass sich beim Abnehmen der Platte(n) kein Wasser mehr drauf befindet. Der größte Anteil der gebildeten Verkrustungen, die sich von Reaktorwand und Heizfläche in Form von Plättchen abgelöst haben fallen nachher auf die horizontale Platte und der Rest auf den Boden des Behandlungsraums. Nach der Sedimentation der Rückstände kann das Wasser durch den Auslauf entnommen werden und, da dieser sich oberhalb des Bodens befindet, bleiben restliche Rückstände mit etwas Wasser im Behandlungsraum zurück. Durch Abnehmen des Deckels können nach Entleerung des Behandlungsraums die Rückstände, die sich auf der am Deckel befestigten Platte befinden, extern abgewaschen werden. Somit bedarf der erfindungsgemäße Reaktor bis auf das Auswaschen der Rückstände keiner weiteren Wartung oder dgl. Die restlichen Rückstände und das Wasser auf dem Boden des Behandlungsraumes können im Behandlungsraum bleiben, da die Platte die Funktion des Austrags der Rückstände erfüllt.

Um das Volumen des restlich im Behandlungsraum befindlichen Wasser zu verringern, ist der Behandlungsraum bei diskontinuierlichem Betrieb unten etwas verengt.

Das Wasser darf auch bei kleinen Reaktoren nach der Behandlung nur durch den Auslauf aus dem Behandlungsraum entnommen werden, da sonst eine Vermischung der Rückstände und Wasser stattfindet.

Das so behandelte Wasser kann je nach Aufgabenstellung zur Entkalkung und Reduzierung der Schadstoffe sofort nach der Behandlung aus dem Behandlungsraum entnommen werden oder die Entnahme erst nach einer Abkühlung im Behandlungsraum erforderlich sein, da häufig Verbindungen bei kleinen Temperaturen eine geringere Löslichkeit haben.

Zusammenfassend geht die Erfindung von folgendem aus:

- Der Einsatz der Platte(n) unter gleichzeitiger Erhitzung trägt dazu bei, dass unterhalb der Platte(n) eine intensive partielle Vermischung zustandekommt. Die Erhitzung verursacht allgemein eine Strömung mit zunehmender Diffusionsgeschwindigkeit im Wasser, die eine Vermischung des Wassers zur Folge hat. Der Lufteintrag beschleunigt nicht nur die Desorption des Kohlendioxids, sondern trägt auch zur homogenen Makro- und Mikrovermischung des Wassers bei. Bei der Fällungskristallisation spielt insbesondere die Mikrovermischung eine entscheidende Rolle.
- Sollte aus irgendeinem Grund keine Belüftung möglich sein, reicht der Einsatz der Platte(n) und optimierten hydrodynamischen Verhältnisse unter gleichzeitiger Erwärmung genauso aus, weil einer der entscheidenden Schritte die Herstellung von Mikrovermischung unterhalb der Platte(n) ist. Es ist aber verständlich, dass der Prozess unter diesen Umständen etwas länger dauert als unter gleichzeitiger Belüftung.

- Bekanntlich läuft der Prozess der heterogenen Kristallkeimbildung und des Kristallwachstums an artfremde Flächen und Partikel als homogene Keimbildung, und die heterogene Keimbildung spielt bei der Fällungskristallisation eine größere Rolle als die homogene. Ferner ist die höhere Temperatur an den Reaktorwänden bei der Kristallisation von Härtebildnern von größerer Bedeutung. Daraus folgt, dass
  - a- der optimierte Schlankheitsgrad des Behandlungsraums ebenfalls eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Entkalkung spielt und
  - b- nicht nur eine Erwärmung des Reaktors von unten, sondern seine seitliche Erwärmung ebenfalls den Prozess beschleunigt. Die seitliche Erwärmung kann sowohl mit Hilfe von elektrischen Ringerhitzern oder aber auch in Form von doppelwandigem Reaktor, der mit Öl oder Dampf beheizt wird, gewährleistet werden (Abb.6 u. 7).
- Bei dem Prozess der Entkalkung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wurde erklärt, dass zunächst das zugehörige und aggressive Kohlendioxid aus dem Wasser gestrippt wird, und die entstandene Übersättigung zur Keimbildung führt. Im nächsten Schritt geschieht die Umwandlung des Hydrogencarbonats zum Schwerlöslichen Calcium- und Magnesiumcarbonat sowie Kohlendioxid. In diesem Stadium hängt der Fortschritt der Reaktion in erster Linie von der Geschwindigkeit der Entfernung des Kohlendioxids vom Wasser ab.

Aus diesem Grund kann beim kontinuierlichem Betrieb des Verfahrens der letzte Schritt in einer weiteren einfachen Blasensäule mit Belüftung und ohne zusätzliche Beheizung durchgeführt werden, wo auf Grund von fehlender(n) Platte(n) ein größerer Stoffüber-



gangskoeffizient zur Strippung hergestellt werden kann als im ersten Reaktor (Abb. 8). Dazu ist es auch möglich, mit größerem Luft-Durchsatz als im ersten Reaktor zu arbeiten.

Durch diese Maßnahme wird die Verweilzeit des Wassers im ersten Reaktor verkürzt und der Energieverbrauch reduziert.

- Was das Reaktormaterial bezüglich der Fällungskristallisation anbelangt, wird bekanntlich die Keimbildungsarbeit an Flächen mit guter Benetzbarkeit durch Wasser reduziert. Der Grund ist, dass so ein Material mit Wasser einen kleinen Kontaktwinkel bildet. Die Keimbildung an diese Flächen bzw. der Kontaktwinkel zwischen Wasser und der Materialoberfläche hängen allerdings auch in starkem Maß von der Rauigkeit des Reaktormaterials und Platte(n) ab. Ist eine glatte Oberfläche relativ gut benetzbar, dann wird die Benetzbarkeit durch Aufrauung weiter verbessert. Entscheidend bei der Aufrauung ist jedoch die mikroskopische, weil dadurch der Kontaktwinkel weiter verkleinert wird.

Weitere Vorteile und Merkmale gehen aus den Unteransprüchen hervor, die auch gemeinsam mit dem Hauptanspruch von erfinderischer Bedeutung sein können. Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung zum besseren Verständnis derselben anhand der Zeichnung näher erläutert. Es dürfte einleuchten, dass die Erfindung auf die gezeigten Beispiele nicht beschränkt ist.

Es zeigt:

Abb. 1 eine schematische Querschnittsansicht durch einen erfindungsgemäßen Reaktor in seiner einfachsten Ausführungsform, die eine Begasungsvorrichtung aufweist.

- Abb. 2 schematische Querschnittsansichten von zwei weiteren
- bis 3 erfindungsgemäßen Reaktoren mit eigenen elektrischen direkten und indirekten Heizvorrichtungen sowie externer Begasung.
- Abb. 4 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reaktors mit interner Heizeinrichtung und Belüftung;
- Abb. 5 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reaktors mit Schrägem Boden und Ablassventil für Rückstände;
- Abb. 6 eine schematische Darstellung einer noch weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Reaktors zur diskontinuierlicher Betriebsführung mit mehreren Platte und zusätzlicher seitlicher Erwärmung;
- Abb. 7 eine schematische Darstellung einer noch weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen doppelwandigen Reaktors zur kontinuierlicher Betriebsführung mit mehreren Platte;
- Abb. 8 eine schematische Darstellung einer noch weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Reaktors mit mehreren Platte, seitlicher Erwärmung und einer nachgeschalteten Blasensäule zur kontinuierlichen Betriebsführung;
- Abb. 9 eine schematische Darstellung einer noch weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen doppelwandigen Reaktors und eine nachgeschaltete Blasensäule sowie das Sedimentationsbecken zur kontinuierlicher Betriebsführung; und

Abb. 10 eine schematische Darstellung einer noch weiteren einfachen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Reaktors mit direkter Beheizung und dem Sedimentationsbecken zur kontinuierlicher Betriebsführung.

Abb. 1 stellt die einfachste Ausführungsform des Reaktors dar, der aus folgenden Teilen besteht: der Behandlungsraum 1, Deckel 2, die Stangen 3, die die Platte 4 an das Deckel verbinden, gelochte Umrandung 5, der Luftverteiler 6, die Belüftungspumpe 7, die über ein Rückschlagventil 8 mit dem Verteiler angeschlossen ist, der Aktivkohle-Filter 10 und mit Hilfe von externen Energiequellen 11 von unten beheizt werden kann.

In Abb. 2 u. 3 sind zwei weitere Reaktoren mit eigener elektrischer Heizung 11 und elektrischer Regler 12 und einem Gehäuse als Ständer dargestellt, die entweder indirekt oder direkt das Wasser beheizen und durch Erhöhung des Abstands des Behandlungsraums vom Boden ein Ausgießen des Wassers durch den Auslauf erleichtern. Zur Belüftung kann die Luft auf der Saugseite über ein Aktivkohlefilter 10 geleitet werden, um eine Belastung des Wassers durch evtl. Schadstoffe in der eingeleiteten Luft zu unterbinden.

In Abb. 4 sind Belüftungspumpe 7, Aktivkohle-Filter 10, Heizung 11 und Regler 12 alle in Gehäuse 13 unter dem Behandlungsraum integriert.

Für die Regelung der Stromzufuhr bei den erfindungsgemäßen Reaktoren ist nicht wie bei Wasserkochern üblich ein Bimetall vorgesehen, sondern ein elektronischer Regler, der beliebig die Leistung der Heizung reguliert. Im Fall vom Bimetall wird Wärme nach Erreichen einer bestimmten Temperatur unterbrochen dem Wasser zugeführt. Erfin-

dungsgemäß braucht das Wasser aber zur effektiven Behandlung evtl. etwas längere Zeit an ununterbrochene Energiezufuhr, so dass diese mit Bimetall nicht geregelt werden können. Außerdem braucht das Medium weniger an Energie, um seine Temperatur auf ein bestimmtes Grad konstant zu halten. Die Regelung lässt sich per Hand oder automatisch nach zeitlicher Schaltung durchzuführen.

Die Maßstäbe für größere Reaktoren zur diskontinuierlichen Betriebsführung können unter Einhaltung der o.a. Optimierungen beliebig vergrößert, zusätzlich auch seitlich erwärmt und die Zahl der Platten erhöht werden. Zur Einsparung von Energie kann weiterhin der Behandlungsraum mit Isoliermaterial versehen werden und dadurch der Wärmeverlust verringert werden.

In Abb. 5 hat der Reaktor an tiefster Stelle des Behandlungsraums noch ein zusätzliches Auslauf-Ventil 9 zum Schlamm-Entfernung und einen schrägen Boden 14.

Ein größerer diskontinuierlich arbeitender Reaktor kann mit mehreren Platten mit Umrandung ausgestattet sein, der nicht nur vom Boden, sondern auch seitlich erwärmt werden kann oder doppelwandig sein (Bild 6 u. 7).

Für eine kontinuierliche Betriebsführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht die Anlage aus einem Reaktor und einer Blasensäule, wo das Wasser nach Behandlung in ersten Reaktor hier nur weiter belüftet wird (Abb.8) und ein Sedimentationsbecken (Abb.9). Der Reaktor ist im Inneren mit mehreren Platten horizontal zentrisch oder versetzt ausgestattet und kann doppelwandig sein und zusätzlich seitlich beheizt werden. Hier ist es auch unbedeutend, ob das Beheizen direkt oder indirekt bewerkstelligt wird. Beim direktem Beheizen sind im Gegenteil

zu o.a. Offenlegungsschrift DE 19727357 A1 die Heizstangen nicht schräg, sondern waagerecht und im unteren Bereich der Platten untergebracht. In diesem Reaktor wird das Wasser bis auf gewünschte Temperatur erhitzt und gleichzeitig belüftet. Danach gelangt das Wasser in eine Blasensäule, wo das Wasser nur belüftet wird, und schließlich ist ein Sedimentationsbecken nachgeschaltet, das auch als Wärmetauscher gilt. Das Wasser gelangt von dort zum Verbraucher und die Sedimente werden durch das Ablassventil abgezogen. Wenn aus irgendeinem Grund der Einsatz von einer Blasensäule nicht möglich ist, kann der Prozess ohne diese aber mit etwas längerer Verweilzeit im ersten Reaktor durchgeführt werden (siehe Abb.10).

Der kontinuierlich arbeitende Reaktor kann auch nur zur Kalk-Reduzierung bzw. Einstellung des bei jeweiliger Temperatur einzustellenden Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht in Wasser eingesetzt werden, um Verkalkungen in Installationen zu vermeiden.

Die Schadstoffe, die im Wasser vorkommen können sind sehr zahlreich, und alle diese lassen sich nicht mit dem vorgenannten Verfahren ohne Zusatz von Chemikalien aus dem Wasser entfernen. Damit weitere Schadstoffe bei erhöhter Temperatur erfindungsgemäß aus dem Wasser entfernt werden können, ist es zu diesem Zweck manchmal erforderlich Chemikalien oder andere Gase einzusetzen.

Bekanntlich werden zur Wasseraufbereitung z.B. Eisen und Aluminiumchlorid (Flockungsmittel) zur Eliminierung von Phosphaten, Huminstoffen, Kolloiden und Schwermetallen eingesetzt. Diese bilden im Wasser bei Raumtemperatur unter intensivem Rühren Mikroflocken, die diese Schadstoffe in Form von Hydroxokomplexen absorbieren und so

dem Wasser entziehen. Diese Mikroflocken sind bei normalen Raumtemperaturbereichen nicht oder sehr schwer sedimentierbar. Um aus Mikroflocken aber absetzbare Makroflocken herzustellen, werden zusätzlich Polymere (Flockunghilfsmittel) benötigt. Eine Herstellung von flüssigen Polymeren und dessen Zugabe zusammen mit Eisen- u. Aluminiumchlorid unter genau berechneten Rührintensitäten ist sehr aufwendig und schwierig, so dass ihren Einsatz nur für größere Wasser- und Abwasserreinigungsanlagen möglich ist (z.B. in der sog. dritten Reinigungsstufe oder Simultanfällung kommunaler Kläranlagen).

Erfindungsgemäß lösen sich Flockungsmittel nur bei höheren Temperaturen in Wasser völlig auf und vermischen sich ohne großen Aufwand ideal im Wasser. Beim erfindungsgemäßen Reaktor findet durch Erwärmung des Wassers automatisch auch eine Vermischung statt. Bei Abkühlung des Wassers bilden diese zunächst Mikro- und nach weiterer Abkühlung auch ohne Flockunghilfsmittel Makroflocken, die sich leicht absetzen. Für diesen Vorgang erübrigt sich also nicht nur ein intensiver Rührvorgang, sondern auch der Einsatz von Polymeren. Auf diese Art lassen sich diese Chemikalien also auch in kleineren Reaktoren, ohne Zuhilfenahme von Rührgeräten usw. sehr effektiv und preiswert einsetzen. Dieser Vorgang läuft durch Belüftung noch besser, so dass ab Temperaturen von ca. 30°C große und leicht sedimentierbare Flocken entstehen, die nach Ausschaltung von Belüftung und Abkühlung ausfallen. Dieses Verfahren eignet sich insbesondere zur Behandlung von größeren Wassermengen und Abwasser für warme Regionen, wo das Wasser leicht mit Hilfe der Sonnenenergie auf hohe Temperaturen gebracht werden kann.

Um Wasser nach diesem gekoppelten chemisch thermischen Verfahren schonend behandeln zu können, wird es bei diskontinuierlicher Reaktionsführung bevorzugt, eine weitere Vorrichtung verwendet. Mit Hilfe eines schräg errichteten Absetzbeckens und eines zweiten Ablassventils können, außer der Rückstände auf der Platte, die extern entsorgt werden, auch Rückstände unter der Platte von unten abgezogen werden. Die Belüftung erfolgt durch ein Ventil und Chemikalien werden manuell in den Behandlungsraum zugesetzt (siehe Abb. 6). Das chemisch thermische Verfahren kann ohne weiteres in der erfindungsgemäßen kontinuierlichen Anlage durchgeführt werden und zur Dosierung von Chemikalien wird es Dosierpumpe verwendet.

Weitere Einsatzgebiete des erfindungsgemäßen Reaktors und Verfahrens unter Einsatz dieser Chemikalien sind z.B. Trinkwasser-, Oberflächenwasser- und Abwasseraufbereitung sowie Schlammbehandlung im allgemeinen. Die Vorteile dieses chemischen Verfahrens beim Einsatz dieser Chemikalien bestehen in einem geringeren Chemikalienverbrauch, einer besseren Filtrierbarkeit, weniger Schlammproduktion wegen Reduzierung der Einsatzmenge dieser Chemikalien, Entfallen der Polymere und zuletzt weniger Kosten bei der Schlammentsorgung.

Falls also eine thermische Behandlung des Wassers zur Eliminierung von Schadstoffen im erfindungsgemäß entwickelten Reaktor nicht allein ausreicht, können je nach Bedarf dem Wasser diese oder andere Chemikalien und Gase (wie z.B. reiner Sauerstoff oder Ozon) zugesetzt werden.

Es ist ebenfalls möglich, das Deckel des Reaktors aus Glas zu nehmen und durch Anbringen eines UV-Strahlers am Kopf des Reaktors, den Reaktorinhalt gleichzeitig bestrahlen, um eine Oxidation von weiteren Schadstoffen zu

ermöglichen bzw. zu beschleunigen. Abgesetzte Rückstände können dann zusammen mit den Verkrustungen durch das Ablassventil im unteren Teil des Behandlungsraums aus dem Behandlungsraum entfernt werden.

Im Grunde handelt es bei erfindungsgemäßen thermischen Reaktor um einen Hochleistungsreaktor für chemische Reaktionsführung bei höheren Temperaturen, insbesondere in verdünnten Lösungen mit geringem Anteil an Reaktionspartnern, die auch in anderen Bereichen der chemischen Reaktionsführung Verwendung finden kann.

Die Beheizung des Behandlungsraums kann nicht nur elektrisch, sondern auch durch entsprechende Änderung mit Hilfe von fossilen- oder erneuerbaren Energiequellen bewerkstelligt werden. Insofern ist der erfindungsgemäße Reaktor zur Behandlung vom Wasser im allgemeinen für dezentrale Trinkwasseraufbereitung beim Verbrauchern und vor allem in Regionen ohne elektrischen Energieanschluss und Katastrophengebieten einsetzbar. Zur Belüftung können u.a. Batterien eingesetzt werden, da die Luftpumpen einen sehr geringen Strombedarf haben.

Des weiteren können noch folgende Merkmale allein oder auch gemeinsam für die Erfindung bedeutsam sein:

- dass zur Erwärmung des Wassers mit integriertem Beheizungsaggregat fossile Brennstoffe und erneuerbare Energien mit entsprechender Änderung des Heizaggregats verwendet werden,
- dass zum Rühren, Begasen, Strippen und chemische Oxidation eine Gaspumpe mit regelbarer Durchflussmenge eingesetzt wird,
- dass zur Begasungen Rohr mittig in den Reaktor mit einem Gasverteiler eingesetzt wird,
- dass zur Vorreinigung des Gases ein Aktivkohlefilter



- auf der Saugseite eingesetzt wird,
- dass der Reaktor und die Platte/n abweichende Formen wie rund und zylindrisch besitzen,
  - dass bei chemischer Aufbereitung mit Hilfe von Chemikalien der Reaktorboden im diskontinuierlich betriebenen Reaktor schräg ausgestattet ist,
  - dass in diskontinuierlich betriebenem Reaktor im tiefsten Punkt desselben ein zweites Ablassventil für Schlammmentnahme vorgesehen ist,
  - dass in der kontinuierlich betriebenen Anlage die Platten an Reaktorwänden befestigt sind,
  - dass zur Beheizung des Reaktors Ringheizkörper eingesetzt wird,
  - dass zur Beheizung des Wassers ein doppelwandiger Reaktor eingesetzt wird,
  - dass zur Beheizung des doppelwandigen Reaktors als Heizquelle Heißdampf oder heißes Öl verwendet wird,
  - dass zur Einstellung des kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes für Verwendung in Hausinstallationen ab 20 °C und der chemischen Fällung ab 30 °C gearbeitet wird,
  - dass der Reaktor mit Hilfe von Isoliermaterialien Wärme isoliert ist.

Bezugsliste der Teile

- 1- Behandlungsraum ein- bzw. doppelwandig
- 2- Deckel
- 3- Stab (Stäbe) zur Befestigung der Platte(n)
- 4- Platte(n)
- 5- Gelochte Umrandung der Platte(n)
- 6- Mittig angeordneter Luftverteiler
- 7- Luftpumpe
- 8- Rückschlagventil
- 9- Ein- bzw. Auslauf-Ventil
- 10- Aktivkohle-Filter
- 11- Beheizung
- 12- Elektrischer Regler
- 13- Gehäuse als Ständer für den Behandlungsraum
- 14- Schräger Boden
- 15- Durchflussmessgerät
- 16- Blasensäule
- 17- Rohrschlange
- 18- Sedimentationsbecken

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entkalken von Wasser und gleichzeitigem Entfernen von Schadstoffen, sowie Desinfektion und Abtötung von Dauerformen von Parasiten in einem Reaktor mit Zu- und Auslauf unter
  - a) Erwärmung des Wassers, wodurch die Löslichkeit des  $\text{CO}_2$  im Wasser verringert und die Desorption des  $\text{CO}_2$  eingeleitet wird, die durch die bewirkte pH-Erhöhung ebenfalls gesteigert wird ( $2 \text{ HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CO}_3^{2-}$ ), und wobei durch eine
  - b) gleichzeitige Begasung mittels Lufteintrag der  $\text{CO}_2$ -Austag erhöht wird, und
  - c) Vorsehen und Anordnen von einer oder mehreren abnehmbaren oder befestigten Platte(n) im Reaktionsraum mit intensiver Vermischung unter Umlenkung der Wasserströmung an die Reaktorwand, sowie zur verstärkten Kristallkeimbildung und -wachstum an der Wand, wobei das erwärmte Wasser nötigenfalls auf erhöhter Temperatur gehalten und begast wird oder die weitere Begasung ohne Wärmezufuhr erfolgt und dass der entstandene Kalk und die Verkrustungen, die sich unter der bzw. den Platten und auf Heizflächen bzw. den Reaktorwänden festgesetzt haben durch Verwirbelung abgelöst und durch das Wasser ausgetragen werden.
2. Reaktor zum Entkalken von Wasser und gleichzeitigem Entfernen von Schadstoffen, sowie Desinfektion und Abtötung von Dauerformen von Parasiten,
  - umfassend einen Behandlungsraum mit Zulauf für das zu behandelnde Wasser und einen Auslauf für das behandelte Wasser,

- mit einer direkten oder indirekten Heizvorrichtung für das Wasser,
  - eine oder mehrere horizontal verlaufende abnehmbare Platten zur Umlenkung der Wasserströmung, die im unteren Bereich des Reaktors beabstandet von seinem Boden und seiner Seitenwand befestigt ist/sind,
  - eine Begasungsvorrichtung außerhalb des Reaktors, die eine mittig in den Reaktor hinein führende Leitung mit einem Gasverteiler aufweist, welche unterhalb der Platte(n) endet,
  - wobei bei diskontinuierlich betriebenen Reaktor der Auslauf zwischen dem Reaktorboden und der oder den Platte(n) angeordnet ist, während der Auslauf bei kontinuierlich betriebenen Reaktor oberhalb der Platte(n) liegt.
3. Reaktor nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten mittels ein oder mehrerer Edelstahlstäbe am Deckel des Reaktors befestigt sind.
  4. Reaktor nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass er zusammen mit den Platte(n) aus rostfreiem Edelstahl oder jedem thermisch resistenten Werkstoff mit großer Oberflächenenergie besteht.
  5. Reaktor nach Anspruch 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Platte(n) eine perforierte Umrandung besitzt oder besitzen.
  6. Reaktor nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktfläche der Reaktorwand mit Wasser eine Rauigkeit besitzt.
  7. Reaktor nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

net, dass beim kontinuierlichen Betrieb eine zweite Blasensäule nachgeschaltet wird.

8. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erwärmung des Wassers mit integriertem elektrischen Beheizungsaggregat die Wärmezufuhr in den Reaktor direkt oder indirekt von unten und/oder seitlich durchgeführt wird.
9. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erwärmung des Wassers ein doppelwandiger Reaktor eingesetzt werden kann, in dem mittels Dampf oder heißem Öl und durch Wärmeaustausch der Reaktorinhalt beheizt werden kann.

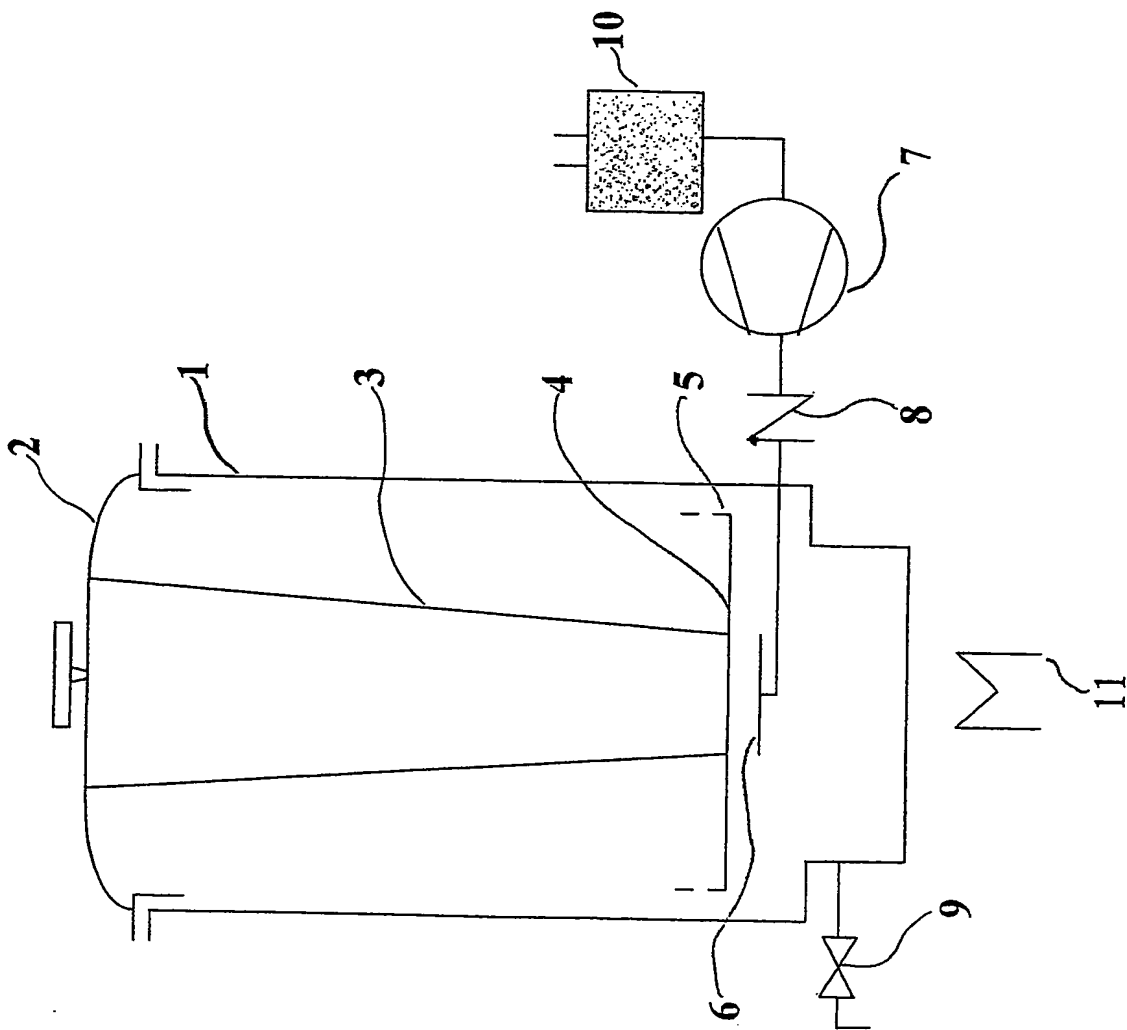
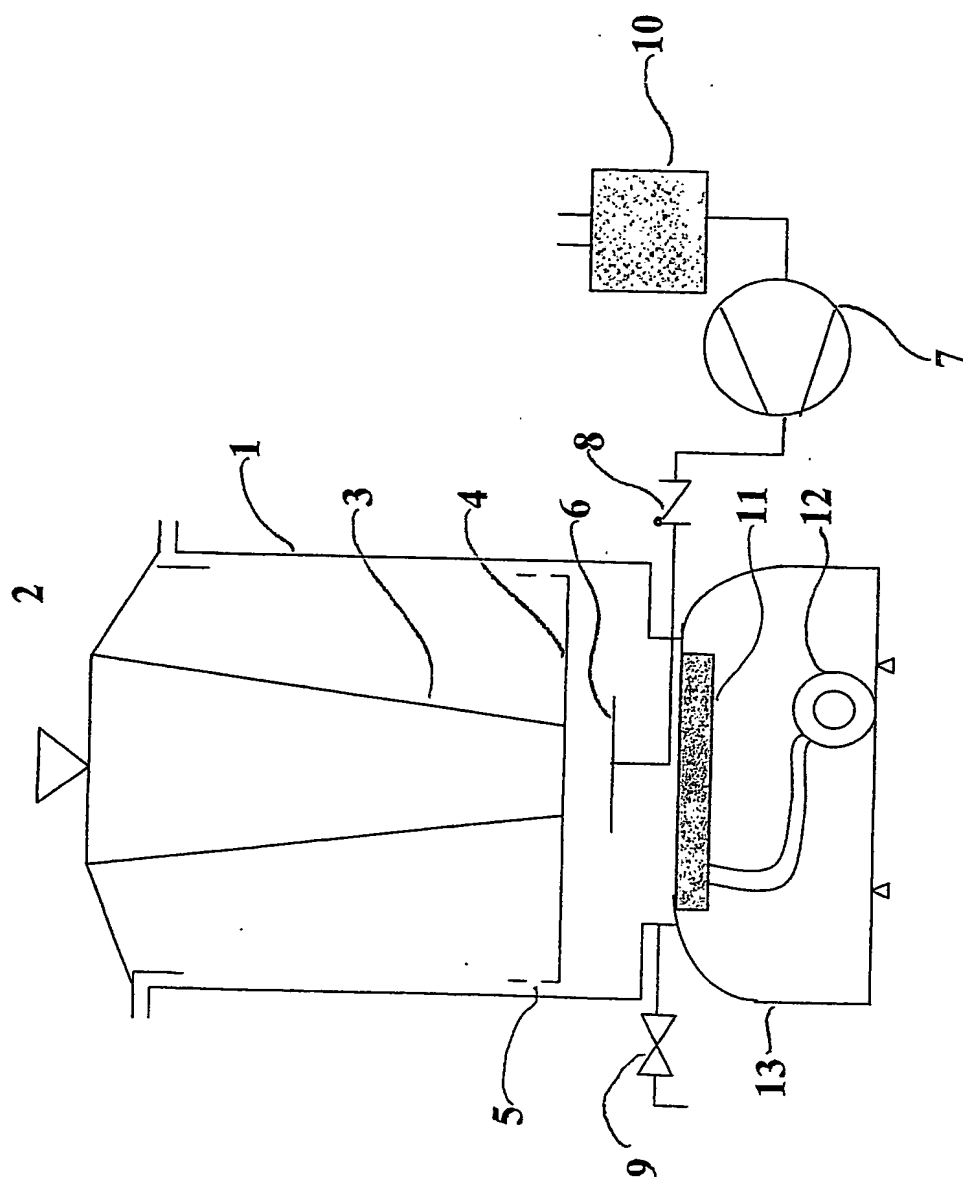


Abb. 1

Abb. 2

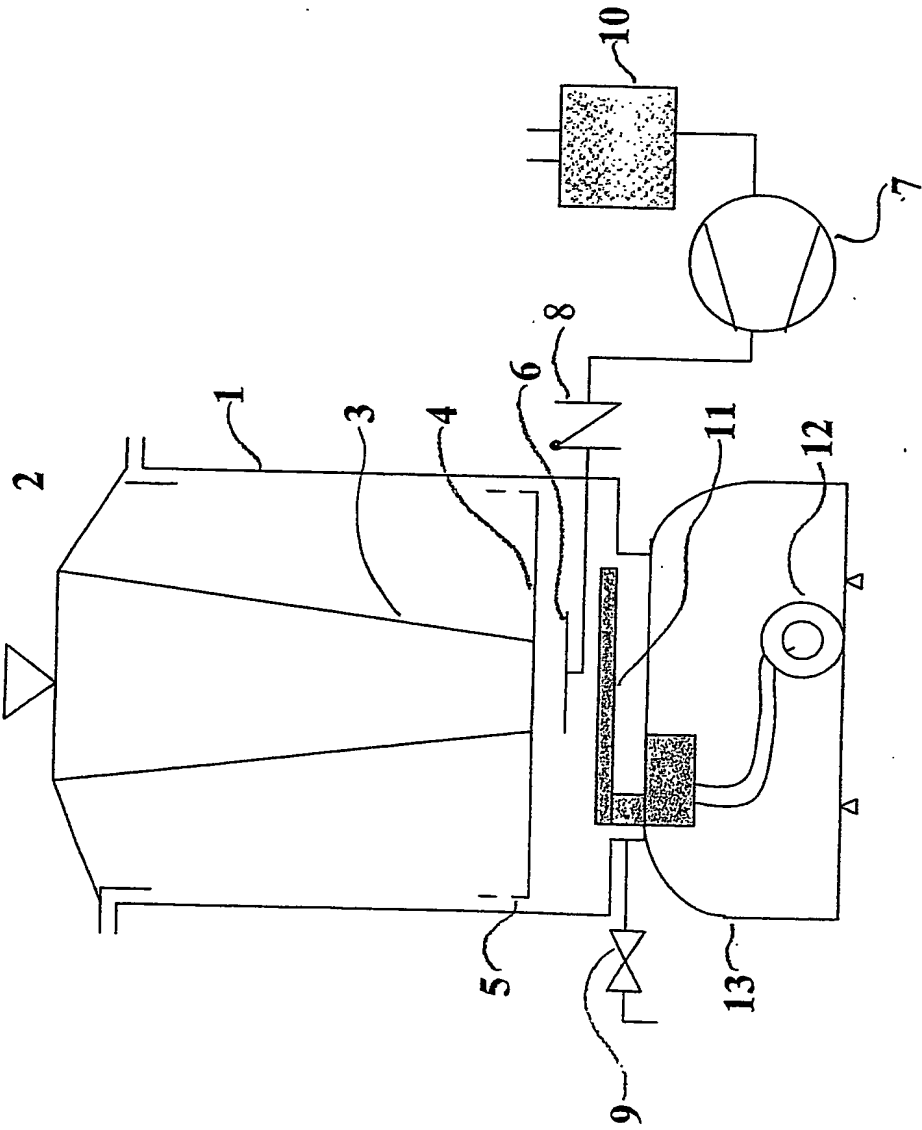


Abb. 3



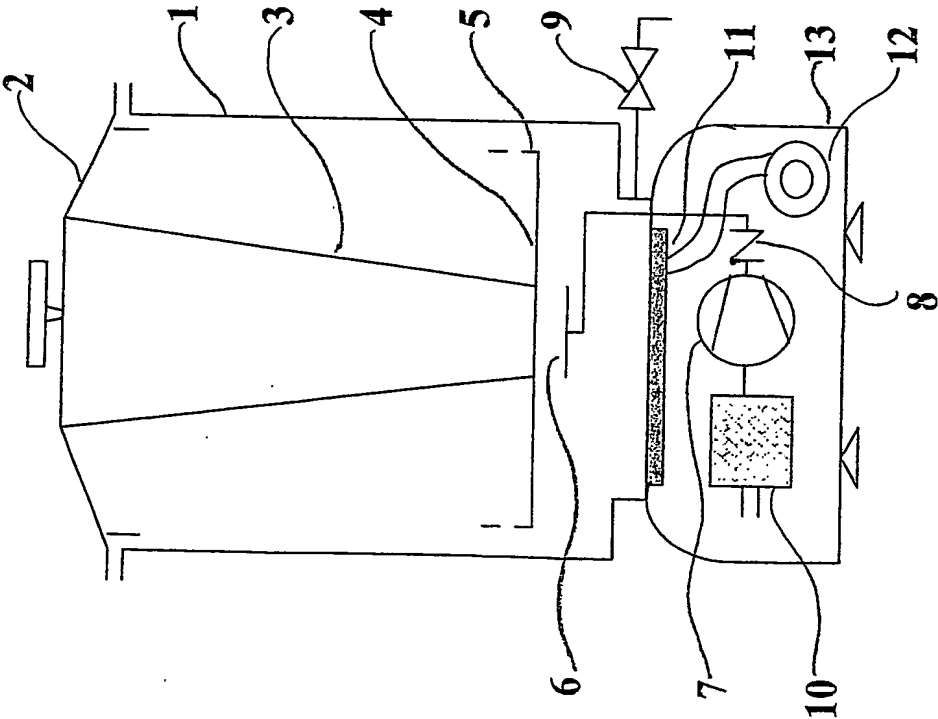


Abb. 4

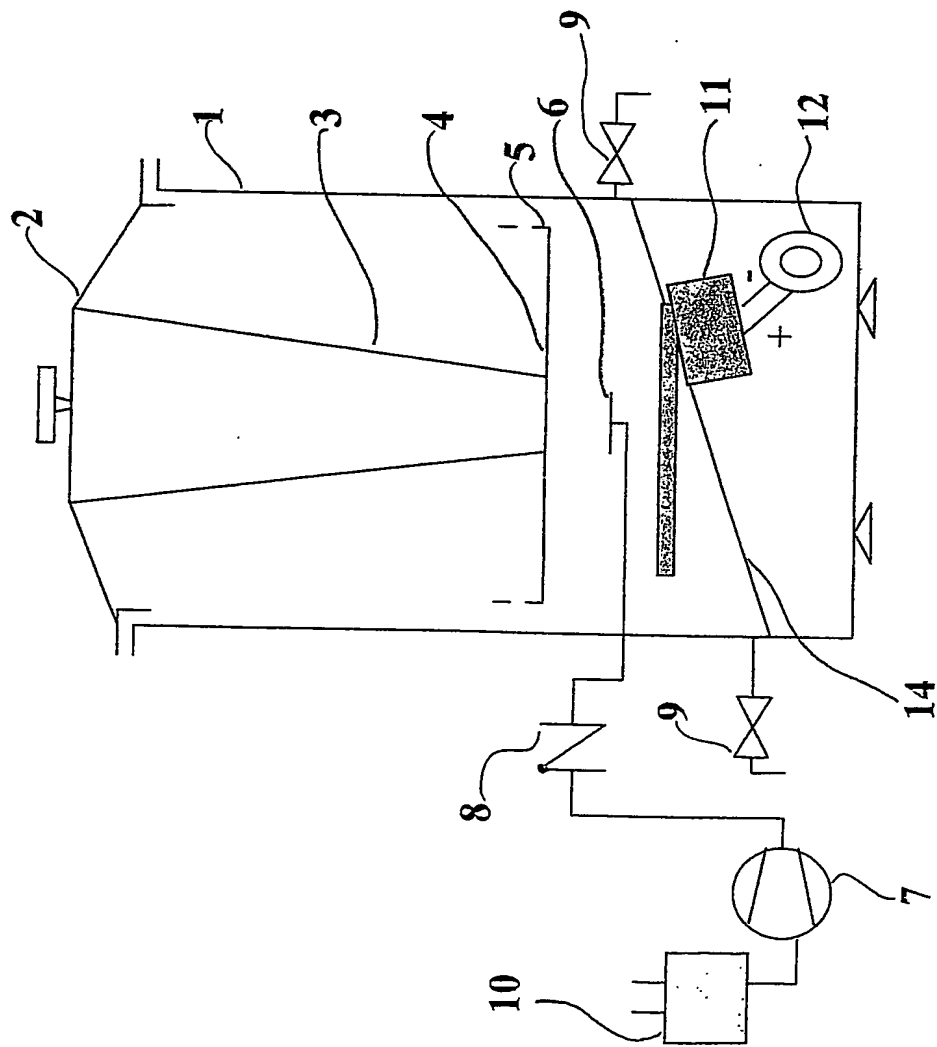


Abb. 5

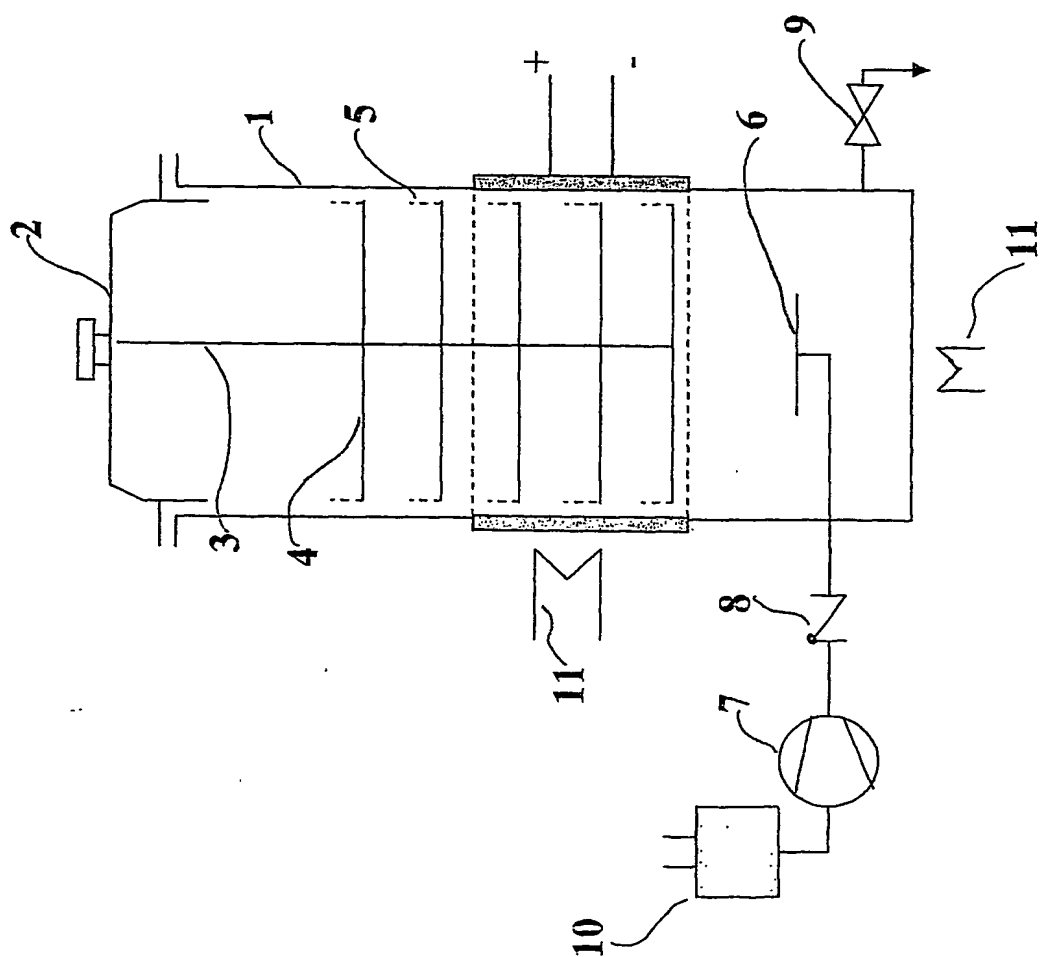


Abb. 6

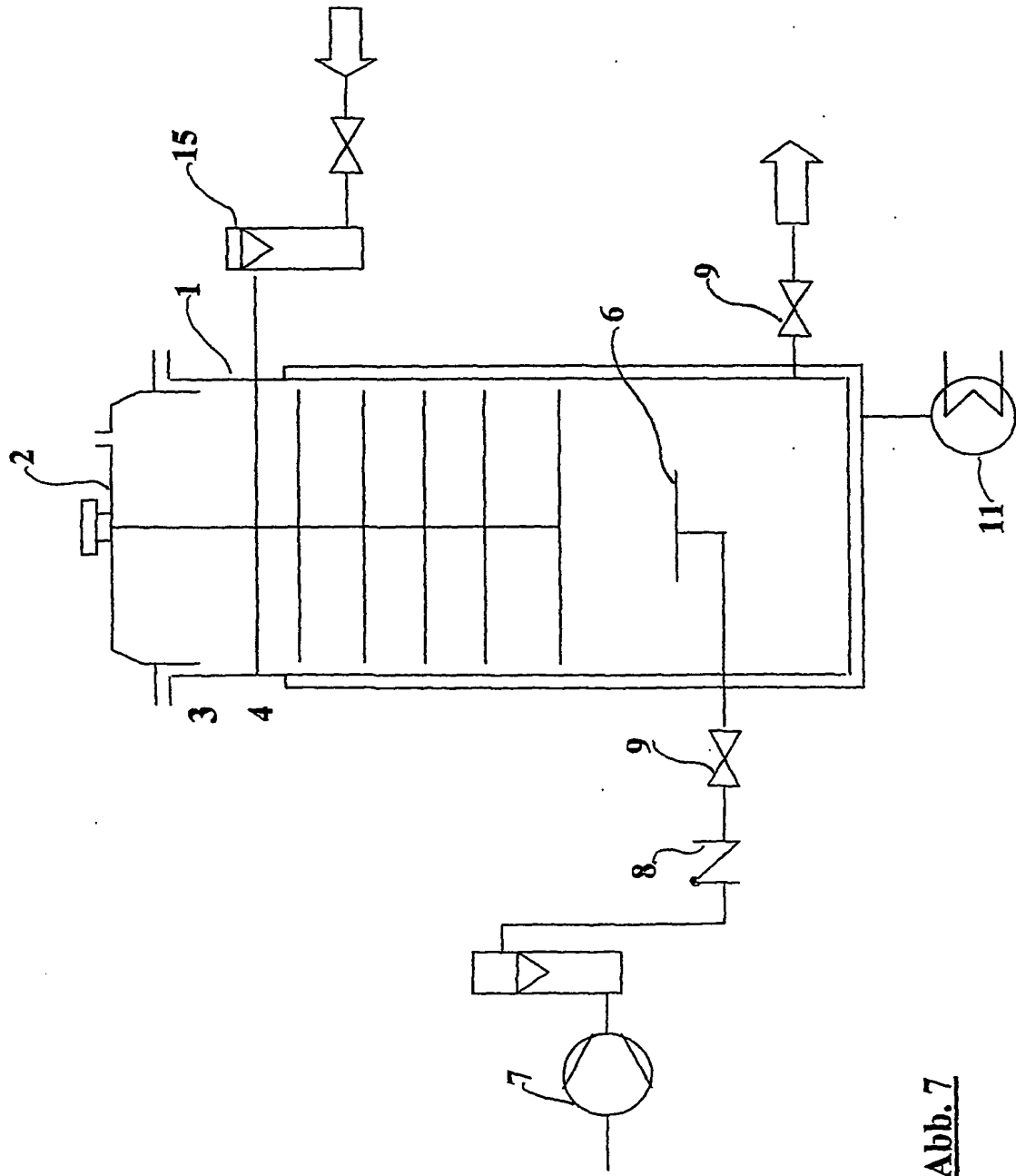


Abb. 7

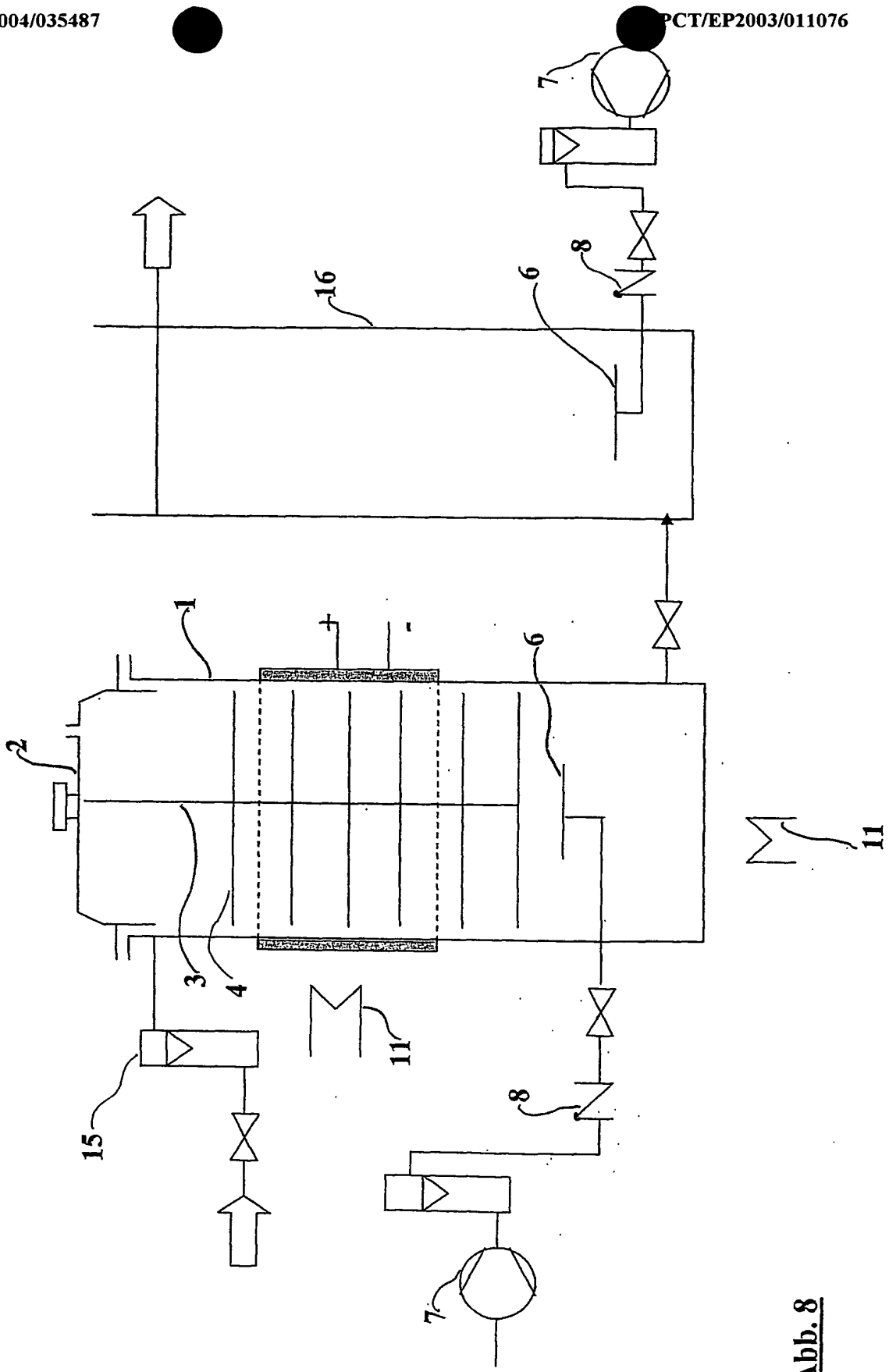


Abb. 8

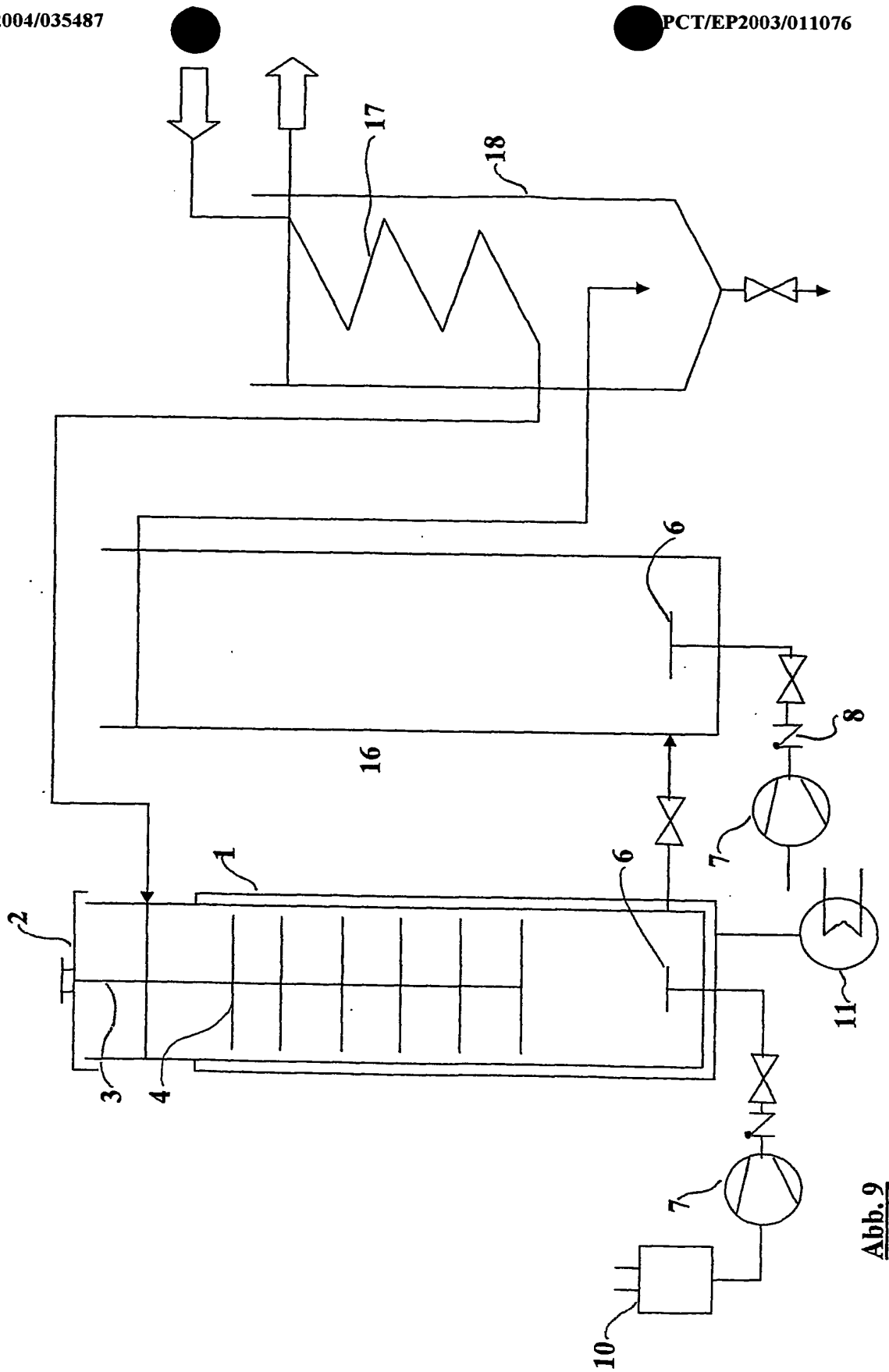


Abb. 9

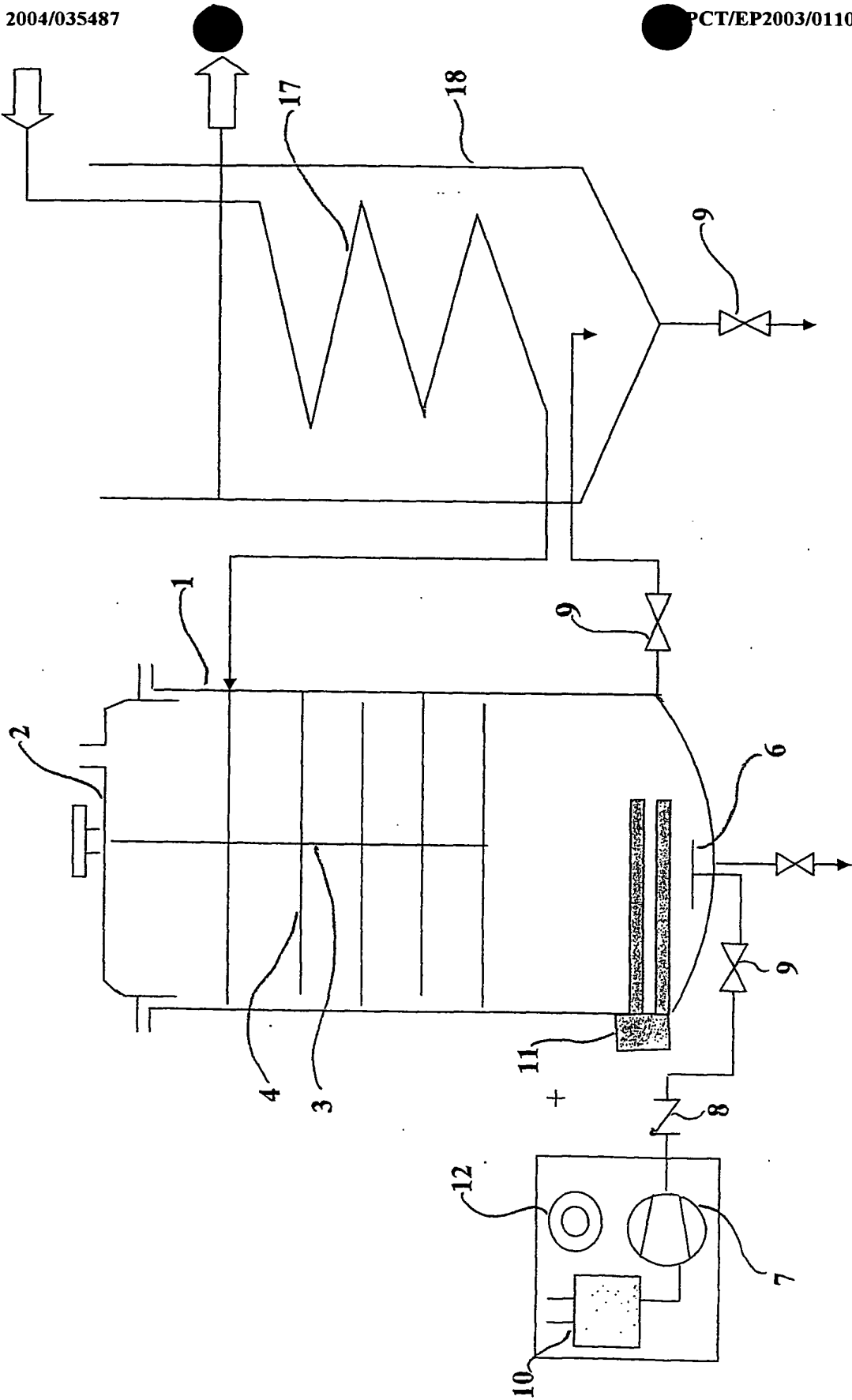


Abb. 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 03/11076

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C02F5/02 C02F1/20 C02F1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 858 248 A (PLESTER GEORGE ET AL) 12 January 1999 (1999-01-12) column 2, line 61-66; figure 1 column 4, line 17-22 column 5, line 21-36 column 6, line 14-18, 36-38	1,2
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 10, 30 November 1995 (1995-11-30) -& JP 07 185521 A (KOYO ISHIKAWA), 25 July 1995 (1995-07-25) abstract  --- -/-	1,2

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 February 2004

Date of mailing of the international search report

26/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Borello, E



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 03/11076

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 203 286 A (YOUSSEF MUSTAFA) 20 April 1993 (1993-04-20)	2
Y	figure 2 column 3, line 28-40 column 5, line 23-39	1
A	US 5 190 668 A (CHUANG KARL T) 2 March 1993 (1993-03-02) figure 2; example 1	1,22

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 03/11076

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5858248	A	12-01-1999	AU 5662696 A WO 9630309 A1 US 6451211 B1 ZA 9602491 A	16-10-1996 03-10-1996 17-09-2002 03-09-1996
JP 07185521	A	25-07-1995	NONE	
US 5203286	A	20-04-1993	CH 682982 A5 DE 59101262 D1 EP 0461515 A1	31-12-1993 05-05-1994 18-12-1991
US 5190668	A	02-03-1993	AU 2581192 A CA 2120364 A1 WO 9307093 A1	03-05-1993 15-04-1993 15-04-1993

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP 03/11076

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C02F5/02 C02F1/20 C02F1/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C02F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 858 248 A (PLESTER GEORGE ET AL) 12. Januar 1999 (1999-01-12) Spalte 2, Zeile 61-66; Abbildung 1 Spalte 4, Zeile 17-22 Spalte 5, Zeile 21-36 Spalte 6, Zeile 14-18, 36-38	1,2
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 10, 30. November 1995 (1995-11-30) -& JP 07 185521 A (KOYO ISHIKAWA), 25. Juli 1995 (1995-07-25) Zusammenfassung	1,2

---  
-/--



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Februar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Borello, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEFÜHRTE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 203 286 A (YOUSSEF MUSTAFA) 20. April 1993 (1993-04-20)	2
Y	Abbildung 2 Spalte 3, Zeile 28-40 Spalte 5, Zeile 23-39 -----	1
A	US 5 190 668 A (CHUANG KARL T) 2. März 1993 (1993-03-02) Abbildung 2; Beispiel 1 -----	1,22

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP 03/11076

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5858248	A	12-01-1999	AU	5662696 A	16-10-1996
			WO	9630309 A1	03-10-1996
			US	6451211 B1	17-09-2002
			ZA	9602491 A	03-09-1996
JP 07185521	A	25-07-1995	KEINE		
US 5203286	A	20-04-1993	CH	682982 A5	31-12-1993
			DE	59101262 D1	05-05-1994
			EP	0461515 A1	18-12-1991
US 5190668	A	02-03-1993	AU	2581192 A	03-05-1993
			CA	2120364 A1	15-04-1993
			WO	9307093 A1	15-04-1993